

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-252586  
 (43)Date of publication of application : 11.11.1991

(51)Int.CI. G01W 1/00  
 G01S 17/50  
 G01S 17/88

(21)Application number : 02-409701 (71)Applicant : LITTON SYST INC  
 (22)Date of filing : 11.12.1990 (72)Inventor : AMZAJERDIAN FARZIN

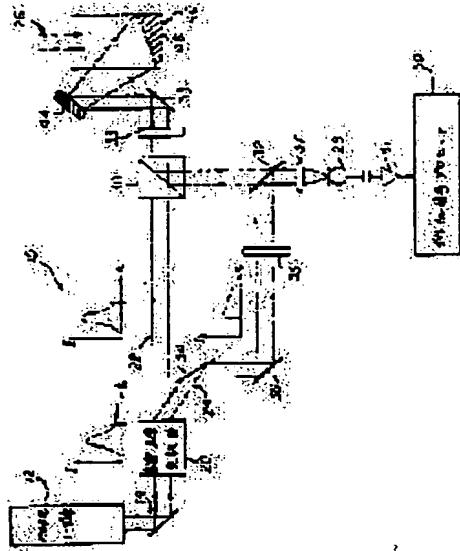
(30)Priority  
 Priority number : 89 449975 Priority date : 12.12.1989 Priority country : US

## (54) LASER RADAR DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To detect a wind far apart in the atmosphere with a simple and compact structure by a method wherein the structure is made so as to measure a Doppler shift for a tail part of a reception signal of a pulse part reflected by the target.

CONSTITUTION: Laser beams 14 emitted from a single pulsing laser source 12 comprises a high strength pulse part and a low strength tail part, and the pulse part is transmitted along a propagation path 22 by a switch function of a sound-optical modulator 20, and radiated to the atmosphere via a transmitter/receiver telescope 40. A reception signal 26 of the pulse part reflected by a target like an aerosol is incident on a heterodyne detector 28 through a polarized beam splitter 30. Further, after the tail part of each pulse transmitted along a propagation path 24 is converted 39 in biased waves from vertically to horizontally in order to correspond to the reception signal 26, the propagation path is transferred 32 to be coupled to the signal 26. A Doppler shift of the signal 26 for the tail signal is measured by the detector 28, measured data are digitalized and processed 50, so that disorder of an air in the atmosphere is detected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

平3-252586

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 01 W 1/00  
G 01 S 17/50  
17/88

識別記号

庁内整理番号  
C 8117-2C  
7922-5J  
Z 7922-5J

⑭ 公開 平成3年(1991)11月11日

審査請求 未請求 請求項の数 12 (全14頁)

⑮ 発明の名称 レーザレーダ装置

⑯ 特願 平2-409701

⑰ 出願 平2(1990)12月11日

優先権主張 ⑯ 1989年12月12日 ⑯ 米国(US) ⑯ 449975

⑲ 発明者 ファージン アムザジ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91320 ニューバリ  
エルディアン 一 ウエストヒルクレスト 1710

⑳ 出願人 リツトン システムズ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90210 ビバリーヒ  
ルズ ノースクレセントドライブ 360

㉑ 代理人 弁理士 竹沢 荘一 外1名

㉒ 【要約】 (修正有)

【目的】複雑な装置を必要とせずに、大気中の空気の乱れを測定する。

【構成】パルス化レーザ(12)より、高強度パルス部と低強度尾部よりなるレーザビーム(14)を発生する。音響-光学変調器(20)により、パルス部は第1伝搬路(22)に、尾部は第2伝搬路(24)に送られる。パルス部はターゲットに当って、受信信号(26)を発生する。受信信号(26)と尾部が結合して、ヘテロダイン検波器(28)に入力し、尾部に対する受信信号(26)のドップラーシフトを測定する。

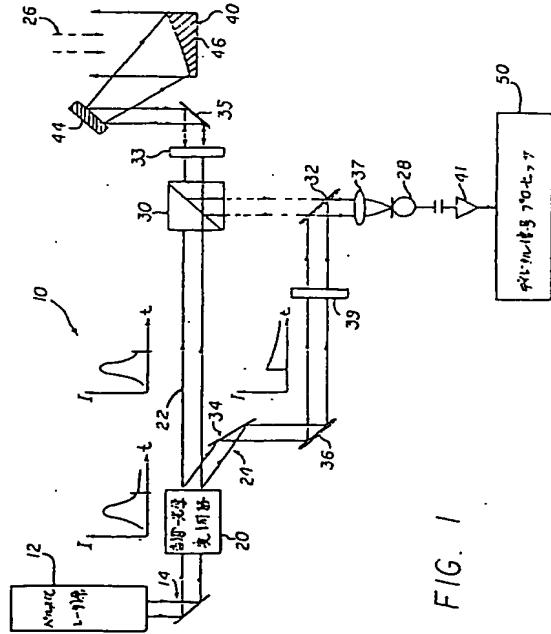


FIG. 1

特開平3-252586 (2)

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザレーダ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高強度パルス部と低強度の尾部よりなる伝搬コーヒーレント波エネルギーのためのエネルギー源と、

前記エネルギーが入射して、前記パルス部のほぼすべてのエネルギーが第1伝搬路に沿ってターゲットの方向へ送られ、前記尾部のほぼすべてのエネルギーが第2伝搬路に沿って送られるようにするためのスイッチ装置とを備え、前記ターゲットが受信信号として前記パルス部を反射しており、

更に前記受信信号と前記尾部のそれぞれが入射して、前記尾部に対する前記受信信号のドップラーシフトを測定するための検波器を備えるレーザレーダ装置。

【請求項 2】 エネルギー源が、パルスの存在時間中に安定な1個の周波パルスを生成するQスイッチパルス化レーザ源である請求項1のレーザレーダ装置。

【請求項 3】 スイッチ装置が音響-光学変調器であり、エネルギーがレーザエネルギーである請求項1のレーザレーダ装置。

【請求項 4】 検波器がヘテロダイン検波器である請求項1のレーザレーダ装置。

【請求項 5】 高強度パルス部と、低強度の尾部を有するレーザビームを発生するQスイッチパルス化レーザ源と、

前記レーザビームにより点滅され、切り換えることにより、第1伝搬路に沿ってターゲットの方向へ前記パルス部を送り、第2伝搬路に沿って前記尾部を送るための音響-光学変調器とを備え、

前記ターゲットが前記パルス部を受信信号として反射し、

更に、前記尾部と前記受信信号のそれぞれにより点滅され、前記局部発振器として、前記尾部を用いるヘテロダイン検波器を有する、パルス化コーヒーレント・ドップラー・レーザレーダ。

【請求項 6】 第1伝搬路に偏光ビームスプリッターが設けられ、このビーム

特開平3-252586(3)

ムスプリッターがターゲットに向かって四分の一波長板の方向へパルス部を送り、第1伝搬路に沿い、検波器の方向へ、返送された受信信号を屈折させる請求項5のレーザレーダ。

【請求項7】 ビームスプリッターとターゲットの間に、四分の一波長板が設けられている請求項6のレーザレーダ。

【請求項8】 検波器を点滅させる前に、尾部と受信信号を結合する第2のビームスプリッターが設けられている請求項6のレーザレーダ。

【請求項9】 第2伝搬路に設けた第1ミラーと、前記第1ミラーで反射された尾部を第2ビームスプリッターへと送る第2ミラーを備える請求項8のレーザレーダ。

【請求項10】 第1ミラーと第2ビームスプリッターの間に、二分の一波長板が設けられている請求項9のレーザレーダ。

【請求項11】 第1伝搬路に沿って第1ビームスプリッターとターゲットの間に、テレスコープが設けられている請求項6のレーザレーダ。

【請求項12】 音響-光学変調器周波数が、尾部をアップシフトするようになっている請求項5のレーザレーダ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【産業上の利用分野】

本発明は、レーザレーダ装置、特に遠方の風を検知するためのパルス化コーヒーレント・ドップラー・レーザ・レーダに関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

大気中の清浄な空気中の乱れを測定するために、数多くの技術及び装置が使用されてきた。通常、大気のモデルを解析して、乱れにより影響を受けた大気の状態が検出される。

##### 【0003】

例えば、従来のものには、能動的及び受動的音響装置、光学的星シンチレーション検知装置、ラジオのマイクロ波シンチレーション、星及び人工衛星のビーコ

特開平3-252586(4)

ン、赤外線及びマイクロ波バックスキッター、対流圏バイ斯塔ティックラジオスキッター、超高性能レーダがある。

#### 【0004】

##### 【発明が解決すべき課題】

空気中で前記の技術を使用するのに、多くの問題が生じた。例えば、マイクロ波技術を使用する場合には、非常に多くのアンテナが必要であった。

#### 【0005】

前記光学星シンチレーション装置に基づく技術においては、速度情報の適当な範囲と精度において、充分でなかった。そこで、空気の乱れを測定するために、航空機に使用するのに好適で、広い範囲で高精度のパルス化されたレーザレーダ装置が開発された。

#### 【0006】

例えば、米国特許第3856402号明細書には、パルス化されたレーザ・ドップラーレーダ装置が開示されている。この米国特許発明においては、レーザ源、特にCO<sub>2</sub>レーザにより生成した放射線の短かいパルス列が、航空機の飛行方向と同一のパルス伝搬方向に延びている。レーザパルスは、大気エーロゾルから後方散乱される。

#### 【0007】

後方散乱した返送路を検知するために、光受信器が設けられている。大気粒子により後方散乱された放射線は、航空機内の光受信器に供給され、2V/入に等しいf<sub>D</sub>で、ドップラー変換される。式中、Vは、空気中の瞬間に点滅する体積中の、航空機と空気の間のパルス伝搬の方向に沿う速度成分を示し、入はレーザの波長を示している。

#### 【0008】

伝搬したパルスの長さは、大気中の空間的解像度とドップラー解像度を決定している。装置における乱れ検出能力は、大気中における瞬間的な、パルス体積の異なる部分からのドップラーシフトの同時測定の結果であり、ここで空中の乱れは、後方散乱された信号の帯幅から推定される。乱れへの距離は、往復伝搬時間から推定される。

特開平3-252586(5)

## 【0009】

正確な周波数測定法は、連続波と、高度に安定なレーザビームにより、散乱させた放射線を繰り返したたくことによりなされる。この方法は、速度成分に正比例するビート周波数を発生する。パルス化レーザ源は、レーザの出力を変調するパルスにより、安定な連続波レーザ源から分離される。

この技術は、使用されるホモダイン周波数変換プロセスのための基準ビームの存在を保証する。

## 【0010】

米国特許第3856402号明細書に開示された装置の欠点と限界は、主発振器レーザが、レーザ増幅器を使用する送信のために、局部発振器ビームと高エネルギーパルスを生成するために使用されることである。このような装置は、送信機と局部発振器ビームの間で不十分な分離を受ける。必要な分離を実施するため前記米国特許に記載されたような精巧な装置が必要とされる。

## 【0011】

この装置の他の欠点と限界は、高エネルギー送信パルスを発生するのに使用される高利得レーザ増幅器が、配置に関して非常に敏感であり、また震動や温度変化のような環境的な要因に影響を受けやすいことである。

## 【0012】

従来の他のコーヒーレント・ドップラー・レーザレーダは、注入発振器におけるような、高安定低出力連続波レーザを使用している。注入発振器は、パルス化された高出力送信レーザと変調出力連続波局部発振器レーザを周波固定するための手段を提供する。

## 【0013】

局部発振器と送信器レーザの他に、注入発振器レーザを使用する装置の欠点と限界は、その複雑さと大きさのために、いろいろな使用には適しないことである。

## 【0014】

レーザレーダ装置における送信発振器と局部発振器の両方のため、1個のパルス化レーザ源を使用することが望まれている。この型の装置は、米国特許第44

特開平3-252586(6)

47149号明細書に開示されている。

【0015】

この米国特許における装置は、1個のQスイッチレーザを使用して、ヘテロダイン信号検波器に使用されるターゲット信号と局部発振信号の両方を発生する。レーザパルスが発生した後に、レーザユニットは、次のレーザパルスを発生する前に、時間の大部分のための非常に低い信号出力レベルに維持される。

【0016】

これは、レーザ媒体、共振器パラメータ及び必要なパルス型にする時間の関数として、Qスイッチ送信を設定することによりなされる。レーザが非常に低い信号出力レベルで操作される時間中に、レーザの出力は、局部発振器として使用され、検波ユニットに印加される前に、返送ターゲット信号と混合される。

【0017】

米国特許第4447149号明細書に開示されているレーダ装置の欠点と限界は、高強度パルスと尾部の両方を含むレーザビームが、ビームスプリッターに入射し、それにより、全光エネルギーの1部分がターゲットに向けられ、別の部分が局部発振器として使用されることである。

【0018】

しかし、光ヘテロダイン検波においては、検波ノイズを抑えるために、十分に大きな光学的力を有する局部発振器を使用することが望ましい。

【0019】

上記米国特許に開示された装置においては、パルスの高強度部により、検波器を損傷せずに、十分な量の局部発振力を提供することが出来ない。ビームの尾部から高強度パルス部を分離することにより、このような問題は解決される。またターゲットに送られる高強度パルス部におけるエネルギー損失により、レーザレーダの範囲は限定される。

【0020】

本発明の第1の目的は、上述の従来技術の欠点と限界を克服することにある。

本発明の第2の目的は、検波器を損傷せずに、かつターゲットに向けられた高強度パルスを顕著に減衰させずに、局部発振器と送信器の両方のための1個のレ

特開平3-252586(ア)

ーザ源が最適のヘテロダイン検波をなしうるパルス化レーザレーダ装置を提供することにある。

本発明の第3の目的は、送信器と局部発振源との間に、精巧な分離装置を必要とせずに、振動と温度変化のような環境条件を克服した装置を提供することにある。

本発明の第4の目的は、いろいろな使用形態、特に小さな範囲のエビオニクスに好適な装置を提供することにある。

#### 【0021】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、伝搬コーヒーレント波エネルギーが、高強度パルス部とほぼ低強度の尾部とを有している。エネルギーが入射するスイッチ装置は、パルス部のほぼすべてのエネルギーをターゲットの方向へ、第1伝搬路に沿って、尾部のエネルギーのほとんどを第2伝搬路に沿って送る。ターゲットは、パルス部をエコーパルスとして反射する。各パルスと尾部のそれが入射する検波器により、尾部について、エコーパルスのドップラーシフトが測定される。

#### 【0022】

本発明のある実施例においては、伝搬コーヒーレント波エネルギーは、Qスイッチパルス化レーザ源である。レーザ源共振器、パルス生成ネットワーク及びQスイッチは、所望の時間形状で、1個の周波パルスを生成するようになっている。スイッチ装置は、音響-光学変調器であり、この変調器は、Qスイッチレーザパルスにより発展させられたレーザビームにより点滅させられる。

#### 【0023】

変調器は、高強度パルス部の間では「OFF」であり、高強度パルスを第1伝搬路に沿って送信する。次に変調器は、第2伝搬路に沿って、尾部を屈折する。次にヘテロダイン検波器よりなる検波器は局部振幅器として尾部を用いる。

#### 【0024】

##### 【発明の効果】

本発明の顯著の利点は、最適のヘテロダイン検波をなしつつ、顯著に減衰させずに、局部振幅器と高強度パルスの送信に使用されるように、1個のレーザ源を

特開平3-252586(8)

切り換えるべく音響一光学変調器が使用されることである。

もう1つの利点は、精巧な分離装置を不要としたことである。

#### 【0025】

本発明による装置は、多くの実際的な使用、特に小さな範囲のエビオニクスに好適であり、かつ簡単で、コンパクトな構造となっている。

本発明による前記及び他の利点、目的、特徴について、添付図面に基づき以下に説明する。

#### 【0026】

##### 【実施例】

図1と図2は、パルス化コーヒーレント・ドップラー・レーザ・レーダ装置(10)が示されている。

#### 【0027】

このレーダ装置(10)は、1個のパルス化レーザ源(12)よりなるエネルギー源を備えている。レーザ源(12)は、Q切換パルス化レーザ源よりなり、レーザビーム(14)を発射する。レーザビーム(14)は、図2に示されているように、高強度パルス部(16)と低強度尾部(18)よりなっている。レーザ源(12)は、1個の周波数パルスを生成する。この周波数パルスは、ターゲットまでのレーザパルスの往復時間中に安定である。

#### 【0028】

レーザビーム(14)は、音響一光学変調器(20)を点滅する。音響一光学変調器(20)は、スイッチとして機能し、第1伝搬路(22)に沿って、パルス部(16)のほぼすべてのエネルギーを伝達し、第2伝搬路(24)に沿って、尾部(18)のほぼすべてのエネルギーを伝達するようになっている。

#### 【0029】

従来知られているように、音響一光学変調器(20)は、プラック回析原理に基づいて操作される。音響一光学変調器(20)のスイッチ作用は、レーザ源内でのレーザQスイッチの点火により同期化される。

音響一光学変調器(20)のスイッチ作用のタイミングは、図2に示されている。

特開平3-252586(9)

## 【0030】

音響一光学変調器(20)は、高強度パルス部(16)の伝搬中には「OFF」であり、尾部(18)の伝搬の間には「ON」である。

高強度パルス部(16)の次の発生のために切られる前に、尾部(18)の間で、レーザビーム(14)を存続させるために、音響一光学変調器(20)は「ON」に維持される。

## 【0031】

音響一光学変調器(20)が「OFF」であると、高強度パルス部(16)は顕著に減衰することなく、変調器(20)の中を通る。しかし「ON」であると、尾部(18)は減衰する。

## 【0032】

パルス部(16)のエネルギーの一部は、ターゲットにより逆向きに散乱され、第1伝搬路(22)に沿って、受信信号として戻される。ヘテロダイン検波器(28)は、尾部(18)と受信信号(26)の両方によって点滅させられる。ヘテロダイン検波器(28)は、局部発振器として尾部に使用され、尾部(18)に対する受信信号(26)のドップラーシフトを測定する。ターゲットは、大気中のエーロゾルであるのがよい。

第1伝搬路(22)に対するこれらのエーロゾルの相対速度を測定することにより、清浄な空気の乱れが検出される。

## 【0033】

音響一光学変調器(20)は、光学スイッチ装置としての機能の他に、尾部(18)の周波数をアップシフトする。

周波数の局部発振器シフトは、ヘテロダイン検波の固定システム及び飛行システムにおいて、飛行運動による大きなドップラ一周波数シフトを補償するのに必要である。

## 【0034】

レーダ装置(10)について更に説明する。

第1伝搬路(22)に偏波ビームスプリッター(30)が設けられている。ビームスプリッター(30)により、高強度パルス部(16)をターゲットの方向

特開平3-252586 (10)

に向か、以下に説明するように、受信信号 (26) をヘテロダイン検波器 (28) の方向へ屈折させる。

#### 【0035】

偏波ビームスプリッター (30) には、すべて直角方向に偏光したレーザパルス部 (16) が通ることが必須である。次に高強度パルス部 (16) が、四分の一波長板 (33) により、円形に偏波され、ミラー (35) により送信器/受信器レスコープ (40) を介して、方向を変えられる。受信信号 (26) は、レスコープ (40) により集められ、四分の一波長板 (33) に送られる。受信信号 (26) は偏波され、円形から水平に変換され、偏波ビームスプリッター (30) に反射される。受信信号 (26) は偏波ビームスプリッター (30) により、ビームスプリッター (32) に送られ、レンズ (37) により検波器 (28) に集められる。

#### 【0036】

レーザビームの尾部 (18) をヘテロダイン検波器 (28) に送るために、第1ミラー (34) が第2伝搬路 (22) に設けられている。第1ミラー (34) により反射した尾部 (18) は、第2ミラー (36) に入射する。

#### 【0037】

偏波を垂直から水平に変え、受信信号の偏波に合わせるために、第2ミラー (36) により、尾部 (18) を二分の一波長板 (39) の方向へ送る。ビームスプリッター (32) で、そのエネルギーの一部を受信信号 (26) の伝搬路に転換することにより、尾部 (18) を、受信信号 (26) と結合する。

#### 【0038】

レンズ (37) により、受信信号 (26) と尾部 (18) の一部をヘテロダイン検波器 (28) に集める。ヘテロダイン検波器 (28) の出力は、増幅器 (41) により増幅され、デジタル信号プロセッサ (50) により、デジタル化されて処理される。ヘテロダイン検波器 (28) の出力信号は、音響-光学変調器 (20) の周波数により差し引きされた、発信された放射線と受信された放射線との間のドップラーシフトに等しい周波数を持っている。

#### 【0039】

特開平3-252586 (11)

第1伝搬路 (22) に沿っての第1ビームスプリッター (30) に続いて、レーダ装置 (10) の範囲を増大させるために、第1ビームスプリッター (30) とターゲットの間に、テレスコープ (40) が設けられている。

#### 【0040】

このテレスコープ (40) は、凸面ミラー (44) と楕円ミラー (46) よりなるオフ軸ダル・カーカハム (off-axis Dall Kirkham) で構成されている。

#### 【0041】

前述のレーダ装置 (10) は、大気中の風を検知するのに特に有用である。上記したように、エーロゾルは高強度パルス部 (16) を散乱させ、その反射を受信信号 (26) として返送する。高強度部 (16) の発信されたパルス幅は、大気エーロゾルバックスキャッターに関わる相関時間とほぼ同じになるように選択される。

#### 【0042】

2. 1ミクロン波長で作動すると、大気相関時間は約200ナノ秒である。200ナノ秒のパルス幅は理想的なサンプル時間を考慮したもので、60mの経路解像度に対応している。尾部 (18) を含む全レーザパルス幅は、送信された高強度パルス幅 (16) の循環行程時間と等しいか、それよりも長い。

#### 【0043】

複数の整列は、デジタル信号プロセッサ (50) による処理の際の基準として、レーザ源 (12) の開始時間を使用してなされる。大気エーロゾルからの受信信号 (26) の受信と処理は、送信したパルス (16) の幅と等しい一時的なウインドウでなされる。ウインドウの一部は、異なる範囲に対応する返送信号を受信したり処理したりするのに使用される。

#### 【0044】

上記では、遠く離れた風を検知するため新規なパルス・コーヒーレント・ドップラー・レーザレーダについて述べた。

当業者であれば、ここに述べた発明の原理を逸脱しない限り、幾多の変更や修正をなすことが出来る。従って、本発明は、特許請求の範囲によってのみ定義さ

特開平3-252586 (12)

れるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による、1個のレーザ源を使用するパルス化レーザ装置のブロック図である。

【図2】

図1の装置に使用される、高強度パルス部と尾部よりなるレーザ出力波の波形を示す図である。

【符号の説明】

(10)	レーダ装置	(12)	パルス化レーザ源
(14)	レーザビーム	(16)	高強度パルス部
(18)	尾部	(20)	音響-光学変調器
(22)	第1伝搬路	(24)	第2伝搬路
(26)	受信信号	(28)	ヘテロダイン検波器
(30)	偏波ビームスプリッター	(33)	四分の一波長板
(34)	第1ミラー	(35)	ミラー
(36)	第2ミラー	(39)	二分の一波長板
(40)	テレスコープ	(41)	増幅器
(44)	ミラー	(46)	橢円ミラー

特開平3-252586 (13)

【書類名】

四面

[図 1]

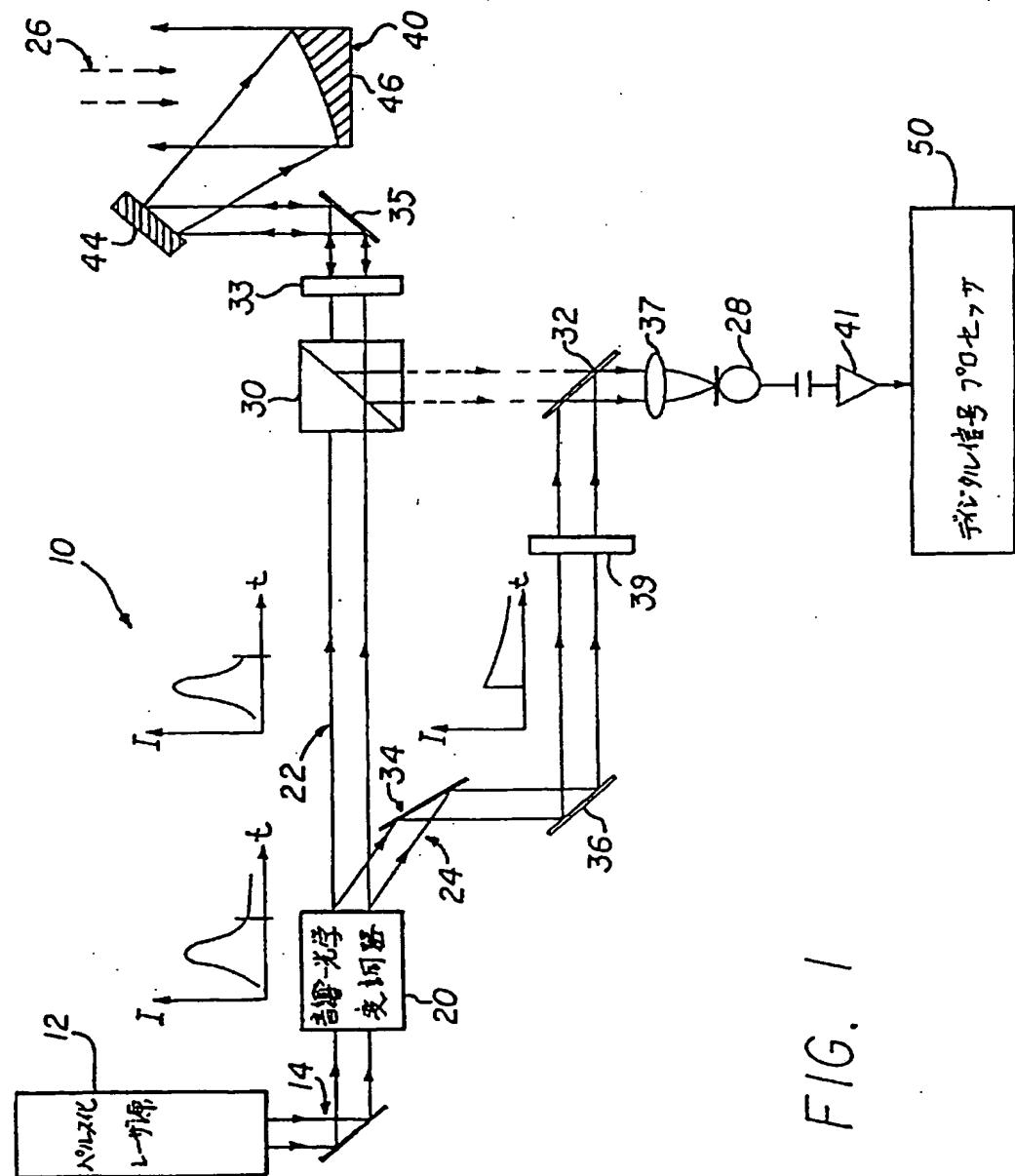


FIG. I

特開平3-252586 (14)

【図2】

FIG. 2A

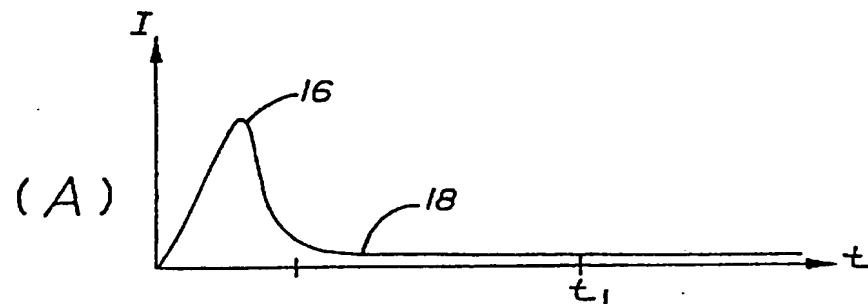


FIG. 2B

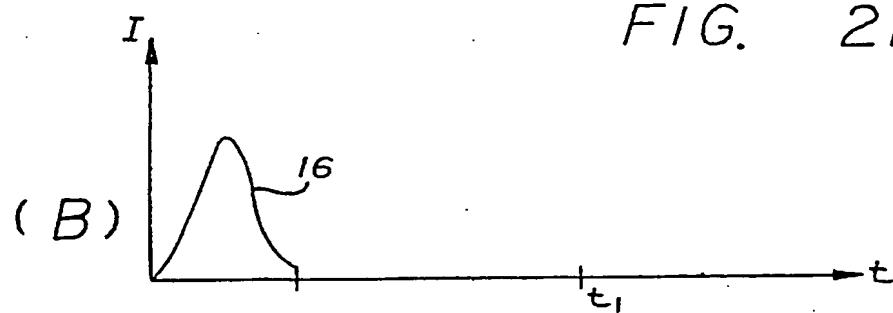


FIG. 2C

